Aus der Universitäts-Augenklinik zu Frankfurt am Main
Direktor: Professor Dr. R. Thiel

Ergebnisse der histologischen Untersuchungen an mit Kurzwellen behandelten Kaninchenaugen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

der Hohen Medizinischen Fakultät der

Johann Wolfgang Goethe-Universität

zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

LIESEL SCHLEIPEN

aus Koblenz a. Rh.

Februar 1939.

19 39

Hergestellt bei Albrecht Beck, Frankfurt-Süd, Schweizerstr. 50

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe - Universität
zu Frankfurt am Main.

Dekan: Professor Dr. Schmieden.
Referent: Professor Dr. Thiel.
Korreferent: Professor Dr. Lampert.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Ergebnisse der histologischen Untersuchungen an mit Kurzwellen behandelten Kaninchenaugen.

Die zunehmende Verwendung der Kurzwellen in der gesamten Medizin, insbesondere in der Augenheilkunde, hat uns veranlaßt, vor einer häufigeren Anwendung der Kurzwellenbehandlung zunächst festzustellen, ob durch die bei Augenerkrankungen angewandten Bestrahlungsdosen histologische Veränderungen am Auge nachzuweisen sind.

Nach den bisherigen Angaben in der Literatur wurde die Kurzwellenbehandlung bei verschiedenen Erkrankungen mit Erfolg angewandt. So konnten de Decker und Arendt hartnäckige herpetische Hornhautgeschwüre, die sich unter der üblichen Behandlung nicht besserten, durch mehrere Bestrahlungen zur Heilung bringen. Weitere Erfolge erzielten u. a. Birch-Hirschfeld, Hoffmann, Grüter, Gutsch, Sattler und Hausmann. Die jüngste Mitteilung über diese Behandlungsmethode wurde von Scheyhing (Würzburg) veröffentlicht (s. diese).

Schädliche Wirkungen der Kurzwellenbehandlung am lebenden Auge wurden dabei nie festgestellt. Diesen objektiven Beobachtungen entsprechen auch die subjektiven Erscheinungen. Die Patienten verspürten während der Bestrahlung keine unangenehmen Nebenerscheinungen wie Erbrechen und Kopfschmerzen, sondern empfanden nur ein angenehmes Wärmegefühl.

1. Beschreibung bisheriger histologischer Untersuchungen.

Diesem oben beschriebenen, subjektiv empfundenen Wärmegefühl entspricht auch tatsächlich, wie Kokott durch Tierversuche nachweisen konnte, eine deutlich meßbare Temperatursteigerung bei Kurzwellenbestrahlung. »Die normale Temperatur des Glaskörpers beträgt 37,5°. Durch Kurzwellenbestrahlung läßt sich die Tempe-

ratur um 2,3 — 3° erhöhen; werden die Elektrodenschuhe aber direkt an den Kopf des Versuchstieres angepreßt, so läßt sich die Temperatur sogar um 4,8 — 5° erhöhen, so daß sie 42,5 — 43° beträgt.«

Nach den Untersuchungen von Hoffmann und Kunz, die die Veränderungen am Auge nach Berieselung mit heißem Wasser und Diathermie untersuchten, wurde gefunden, daß Netzhautveränderungen erst beobachtet werden, wenn die Temperatur des Glaskörpers auf 42 — 43° steigt. »Die Ganglienzellen liegen danach in einem ödematösen Gewebe, sie zeigen in frischem Zustand angenagte Umrisse und gleichmäßig dunklere Färbung oder Vakuolenbildung im Protoplasma, die Nissl - Schollen fehlen. Bei der Tötung, 4 Monate nach dem Versuch, sind die Ganglienzellen unregelmäßig gestaltet, an Zahl vermindert, kleiner und nur blaß gefärbt. Im Protoplasma zeigt sich dann homogene Färbung und reichliche Vakuolenbildung. Steigt die Temperatur des Glaskörpers auf 45°, so nehmen die Veränderungen schnell an Stärke zu. Die Schädigungen an den Ganglienzellen treten deutlicher hervor und nun sind auch die Schichten der Nervenfasern, der inneren und äußeren Körner ergriffen. Die Nervenfaserschicht wird ödematös. Die Kerne der inneren Körnerschicht erhalten eine homogene Färbung, sie erscheinen wachsartig und enthalten teilweise ein dunkel färbbares Körnchen mit hellem Hof. Die äußere Körnerschicht erscheint verwaschen. Bei manchen Präparaten dehnen sich die Veränderungen bis zu der Stäbchen- und Zapfenschicht aus, die dann völlig zerfallen ist.«

Plitas fand nach Bestrahlung von Katzen mit großen Dosen von Ultrakurzwellen, bei denen die Tiere bereits Unruhe, klonische Krämpfe und Lähmung an den hinteren Extremitäten zeigten, also klinisch das Bild einer Überhitzung boten, folgende Veränderungen an den Ganglienzellen der Netzhaut: Zerfall der Nissl - Körper, Vakuolenbildung im Protoplasma und Kernschrumpfung. Am Nervus opticus konnte er degenerative Veränderungen nachweisen. Da diese Erscheinungen mit denen nach Überhitzung des Organismus übereinstimmen, nimmt Plitas als Ursache dieser Veränderungen elektive Wärmewirkung an.

Die übrigen histologischen Veränderungen, die in der weiteren Literatur beschrieben sind, beziehen sich auf Einwirkungen durch andere strahlende Energien. So wurden durch Röntgen-, Ultrarot- und Ultraviolettstrahlen tiefgreifende Veränderungen erzielt, die sich vor allem an den epithelialen Teilen, an den Gefäßwandungen und

an den Nervenzellen der Netzhaut nachweisen ließen. Die Versuche wurden an Kaninchen ausgeführt (s. Literaturverzeichnis).

Diesen nachstehend beschriebenen ausgedehnten, histologisch nachweisbaren Veränderungen im Gewebe entsprachen schwere klinische Erscheinungen wie Chemosis conjunctivae, Trübung der Hornhaut und Exsudation in die Vorderkammer, die bereits während der Bestrahlung auftraten.

So konnte pathologisch-anatomisch am Hornhautepithel beobachtet werden, daß die Zahl der Schichten unregelmäßig wird, teilweise sind die Lagen reduziert. Die Schicht der sonst zylindrischen Basalzellen verwandelt sich streckenweise in ein plattes Epithel. Stellenweise treten Vakuolen auf und geblähte, unregelmäßig geformte Zellen, die Zerfallserscheinungen zeigen. Oft sind die oberflächlichen Schichten oder auch das ganze Epithel abgestoßen. Das Parenchym der Hornhaut ist ödematös durchtränkt, weist stellenweise leukozytäre Infiltration auf oder herdförmige Vermehrung von Bindegewebszellen. Auch am Endothel der Hornhaut zeigt sich eine ödematöse Auflockerung. Die Kerne, die sonst regelmäßig gelagert sind und eine hantelförmige Gestalt haben, sind in ihrer Form verändert und in ihrer Zahl vermindert. Dem Endothel der Hornhaut liegen Rundzellenhaufen und Pigmentkörnchen an, überdies besteht eine deutliche Hyperämie der Gefäße der Iris und des Corpus ciliare.

Vereinzelt ist an den Gefäßen eine Aufsplitterung und Ablösung der Intima zu erkennen, großenteils sind die Gefäße obliteriert.

An der Linse zeigt sich ein Schwund des Kapselepithels, subkapsulär tritt Faserzerfall ein und Bildung von Vakuolen, die zu größeren Höhlen konfluieren können. Stellenweise ist das Epithel beschädigt. Auf der Linsenkapsel finden sich Auflagerungen von Pigmentkörnchen, Exsudatstreifen oder breite Pigmentmassen.

Auffallend stark sind zum Teil die Veränderungen an der Netzhaut, besonders an den Ganglienzellen. Sie zeigen Auflösung und Schwund des Chromatins, Schwund der Nisslschen Körperchen, es treten stark lichtbrechende Körnchen auf. Die Kerne verändern ihre Form, sie werden unregelmäßig, höckrig, schattenförmig oder pyknotisch. Teilweise sind sie stark geschrumpft, oft aufgehellt, so daß sie nur als Schatten sichtbar sind. Das Protoplasma ist körnig verändert und zeigt reichliche Vakuolenbildung. Auch an der inneren Körnerschicht zeigt sich Verwerfung der Zellen, Schwellung der Kerne und Karyolyse. Das Pigmentepithel fehlt teilweise oder ist zusammengeballt, an mehreren Stellen ist es aufgelockert und auf-

gehellt. Stellenweise zeigt sich Verklumpung der Stäbchen und der Zapfen.

Die Veränderungen an den Netzhautgefäßen bestehen vielfach in Aufsplitterung der Wand, Abhebung und Zerfall des Endothels, in Verdickung der Adventitia und Erweiterung der perivaskulären Räume. In der ganzen Retina findet sich ein Ödem und cystoide Räume.

Die Gefäße der Chorioidea zeigen eine enorme Dilatation, vermehrte Blutfülle und Ödembildung.

Bei direkter Einwirkung des elektrischen Stromes wurden am Nervus opticus Faserzerfall gefunden, die Achsenzylinder waren geschwollen, unregelmäßig oder unterbrochen.

Diese ganz schweren Veränderungen wurden aber durchweg bei einer Bestrahlungsstärke beobachtet, die bei menschlichen Augen als Behandlung nicht in Frage kommen kann. Es mußte daher von Interesse sein, nachzuweisen, ob bei fortgesetzter Verabfolgung der bei menschlichen Augen gebräuchlichen Strahlendosis, auch nach oftmaliger Wiederholung, histologisch nachweisbare Veränderungen auftreten können. Wir haben deshalb an mehreren Reihen von Kaninchenaugen Kurzwellenbestrahlungen von verschiedener Länge und Dauer vorgenommen.

2. Eigene Untersuchungen.

a) Versuchsanordnung.

Für die in der Universitäts-Augenklinik zu Frankfurt am Main angestellten Versuche stand uns ein Röhrensender (Ultratherm) der Siemens-Reiniger-Werke zur Verfügung. Der Sender ist auf eine konstante Wellenlänge von 6 m eingestellt und wird mit Wechselstrom betrieben. Der Anschluß erfolgte an das von den Städtischen Werken gespeiste Wechselstromnetz von 240 Volt. Größere Stromschwankungen in diesem Netz werden durch eine eigene Umformeranlage auf dem Krankenhausgelände mit entsprechender Spannungsregulierung vermieden.

Um ein Bestrahlungsfeld von ausreichender Größe und gleichmäßiger Dichte zu erzielen, wandten wir die Kondensator-Luft-Elektroden nach Schliephake mit einem Durchmesser von 4 cm an. Die Elektroden waren in den allseits beweglichen Haltearmen des Röh-

rensenders befestigt. Zum Versuch wurden die Tiere in einem Holzkäfig mit verstellbarem Doppelboden aufrecht eingesperrt, so daß der Hals aus einer entsprechenden Öffnung hervorragte und der Kopf möglichst unbeweglich frei zwischen den Elektroden stand. Der Abstand der Elektroden vom Kopf betrug auf beiden Seiten gleichmäßig in allen Bestrahlungsserien 3 cm. Während des Versuchs wurden die Betriebsvorschriften der Lieferfirma des Apparates sorgfältig beachtet, die sich auf die medizinisch-therapeutische Anwendung beziehen. Die Röhrenheizungsspannung wurde während aller Versuche einheitlich auf 18 Volt gehalten. Die Abstimmung des Behandlungskreises wurde durch Regulierung des Kondensators ständig auf den höchsten Wert gebracht. Der eigentliche Versuch wurde nach einer gewissen Anheizdauer durch Einschieben des Kopfes zwischen die Elektroden begonnen, um möglichst gleichmäßige Versuchsbedingungen zu erzielen, da erfahrungsgemäß die Leistung des Apparates zu Anfang des Betriebes steigt, bis schließlich ein annähernd konstanter Wert erreicht ist.

Die Kurzwellenbehandlung führten wir an 10 erwachsenen Kaninchen aus. Es wurden nur solche Tiere verwandt, deren Augen äußerlich reizfrei waren und auch bei eingehender Untersuchung keinerlei Veränderung der Hornhaut sowie bei ophthalmoskopischer Untersuchung keinerlei Veränderungen der Netzhaut aufwiesen.

Um festzustellen, ob durch Kurzwellen irgendwelche Veränderungen, die histologisch nachgewiesen werden können, bewirkt werden, wurden zunächst an 4 Tieren Versuche vorgenommen, um eventuelle Veränderungen bei kürzester Strahleneinwirkung zu finden. Von diesen 4 Tieren wurde das erste einmal 2 Minuten, das zweite Tier einmal 3 Minuten und das dritte Tier einmal 5 Minuten bestrahlt. Das vierte Tier erhielt an 8 aufeinanderfolgenden Tagen je eine Bestrahlung von 5 Minuten Dauer. Dann bestrahlten wir serienweise je 2 Tiere mit Dosen, wie sie therapeutisch beim Menschen angewandt werden. Bei der ersten Serie wurde an 10 aufeinanderfolgenden Tagen gegen Abend je 15 Minuten unter den oben angegebenen Bedingungen behandelt. Die zweite Serie erhielt an 30 aufeinanderfolgenden Tagen zur selben Tageszeit die gleiche Dosis. Und um die Wirkungen bei protrahierter Bestrahlung zu erkennen, wurde die dritte Serie an 60 Tagen täglich je 15 Minuten bestrahlt.

Tabelle

	Bestrahlungs-dauer	Anzahl der Bestrahlungen
Kaninchen 46	2 Minuten	1
Kaninchen 45	3 Minuten	1
Kaninchen 44	5 Minuten	1
Kaninchen 43	5 Minuten	8
Kaninchen 23	15 Minuten	10
Kaninchen 24	15 Minuten	10
Kaninchen 25	15 Minuten	30
Kaninchen 26	15 Minuten	30
Kaninchen 27	15 Minuten	60
Kaninchen 28	15 Minuten	60

Während der Bestrahlungszeit zeigten sich bei den Tieren äußerlich keinerlei auffallende Veränderungen. Während der längeren Bestrahlungsdauer wurden sie von Zeit zu Zeit unruhig, was wohl mehr auf die unbequeme Haltung in dem Kasten als auf subjektive Beschwerden zurückzuführen ist. Eine stärkere Erwärmung des Fells oder Verbrennung der Schnurrhaare, wie sie Kokott beschreibt, konnten nicht beobachtet werden. Ferner traten auch keine zerebralen Störungen ein. Das Benehmen der Tiere zwischen zwei Bestrahlungen war nicht verändert, ein Nachlassen des Appetits konnte nicht beobachtet werden.

An den Bulbi traten während der Bestrahlungen äußerlich keine merkbaren Erscheinungen auf. Sie blieben vollkommen reizlos, die Hornhaut blieb klar, die ständige ophthalmoskopische Kontrolle ergab ein klares und unverändertes Bild des Augeninnern.

b) Untersuchungstechnik.

Im Anschluß an die letzte Bestrahlung wurde jedes Tier durch Eröffnen der Halsschlagader in Chloroformnarkose getötet. Die Bulbi wurden sorgfältig lebenswarm aus der Orbita herausgenommen und von Bindehaut und Muskulatur gesäubert. Die Fixierung erfolgte in 10%iger Formalinlösung. Danach wurden die Bulbi unter fließendem Leitungswasser 48 Stunden lang gewässert und in steigender Alkoholreihe gehärtet. Während der Härtung in Alkohol kappten wir die obere Kalotte der Bulbi, um ein besseres Eindringen der Einbettungsflüssigkeiten zu ermöglichen. Unter Zwischenschaltung von Äther-Alkohol erfolgte die Einbettung der Bulbi in Celloidin von steigender Konzentration (2 — 10%). Das Celloidin wurde unter einer Glasschale mit Äther-Alkohol durch langsames Verdunsten zum Erstarren gebracht. Nach Zurechtschneiden und Einrichten der Celloidinblöcke wurden diese auf den Objekthaltern aufgeblockt und in Glyzerin einer weiteren Härtung unterworfen. Die Blöcke wurden unter steter Benetzung mit Alkohol auf einem großen Schlittenmikrotom von R. Jung, Heidelberg, geschnitten. Die Schnittrichtung führten wir horizontal so, daß der Bulbus im größten Durchmesser einschließlich des Nervus opticus getroffen wurde. Wir wählten als Schnittdicke 10 — 15 μ. Die Schnitte wurden in 75%-igem Alkohol aufgefangen und darin belassen. Zur weiteren Bearbeitung wurden die Präparate in Wasser überführt.

Folgende Färbungen kamen zur Anwendung:

1. Kernfärbung mit alkoholischer Eisen - Hämatoxylinlösung nach Weigert mit anschließender Differenzierung in HCl - Alkohol und Kontrastfärbung in Pikrin-Fuchsinlösung nach von Gieson.
2. Kernfärbung mit Hämalaun nach Delafield mit anschließender Differenzierung in HCl - Alkohol, Nachbläuung der Kerne in Leitungswasser und Gegenfärbung in alkoholischer Eosinlösung.
3. Ganglienzellenfärbung in 1‰iger Thioninlösung nach Nissl: Erwärmen 6—10 Minuten bis zur Dampfbildung, kurzes Auswaschen in Aqua dest. und Entwässern in der steigenden Alkoholreihe.

Die Aufhellung der Präparate geschah in Carbol - Xylol, die Eindeckung in neutralem Canadabalsam.

c) Ergebnisse.

1. Versuchsreihe: Bestrahlungsart: je 1 Sitzung zu 2, 3 und 5 Minuten (Kaninchen Nr. 46, Nr. 45, Nr. 44).

Die histologische Untersuchung ergibt an den einzelnen Geweben keine Veränderungen.

Epikrise: Eine einmalige Kurzwellenbestrahlung von 2, 3 und 5 Minuten bewirkt keinerlei Veränderung.

2. Versuchsreihe: Bestrahlungsart: 8 Sitzungen zu je 5 Minuten (Kaninchen Nr. 43).

Histologischer Befund: An allen Teilen regelrechte Verhältnisse.

Epikrise: Durch Kurzwellenbestrahlung 8mal 5 Minuten lang tritt keine schädliche Wirkung auf.

3. Versuchsreihe: Bestrahlungsart: je 10 Sitzungen zu 15 Minuten.

Histologischer Befund (Kaninchen Nr. 23 und Nr. 24): Die Cornea ist von normaler Dicke. Das Epithel zeigt eine regelmäßig gebildete Basalzellenschicht von kubisch-prismatischer Form mit zylindrischen Kernen, das Plattenepithel wird von 2—3 Lagen nach außen hin sich abflachender Zellen gebildet. Die Kerne sind überall gut gefärbt. Das Parenchym zeigt regelmäßige lamelläre Zeichnung, es ist nicht ödematös und weist keine entzündliche Infiltration auf. Die Descemetsche Membran besteht aus einer scharf begrenzten, homogen gefärbten Schicht. Das Endothel wird von einer regelmäßigen Lage platter Zellen gebildet. Auf der Innenseite der Cornea finden sich keinerlei Auflagerungen.

Die Vorderkammer ist weder mit Exsudat noch mit zelligen Elementen angefüllt.

Die Sklera zeigt regelrechten fibrillären Aufbau.

An der Iris finden sich im Stroma, sowie im vorderen und retinalen Pigmentblatt keine pathologischen Veränderungen. Die Gefäße sind nicht vermehrt gefüllt, die Wände nicht verdickt. Der Sphinkter pupillae ist deutlich erkennbar und von normaler Struktur.

Auch das Corpus ciliare zeigt keinerlei Veränderungen des Gewebes wie der Gefäße.

Die Linsenkapsel ist ringsum scharf begrenzt; das Kapselepithel ist überall erhalten, die Kerne gleichmäßig geformt und gut gefärbt. Die Linsenfasern sind scharf begrenzt. Am Linsenäquator ist die Fasern- und Kernzeichnung von normalem Aussehen. Die hintere Kapsel zeigt keine Veränderungen. Vakuolenbildung oder Detritus ist subkapsulär nicht zu bemerken.

Der Glaskörper enthält keine pathologischen Bestandteile.

An der Retina sind alle Schichten gleichmäßig ausgebildet und gut gefärbt. Die Zellen haben normale Struktur. Die Ganglienzellen sind an Zahl nicht vermindert, Vakuolenbildung oder Zerfall ist an keiner Stelle zu erkennen.

Die Gefäße der Chorioidea zeigen keine vermehrte Blutfülle und keine Wandverdickungen.

Der Nervus opticus hat normale Struktur.

Epikrise: Bei Kurzwellenbestrahlung 10mal 15 Minuten lang finden sich an allen Teilen der Bulbi keinerlei Abweichungen vom normalen histologischen Aufbau.

4. Versuchsreihe: Bestrahlungsart: je 30 Sitzungen zu 15 Minuten.

Histologischer Befund (Kaninchen Nr. 25 und Nr. 26): Die Cornea ist im Schnitt nicht verbreitert, das Epithel ist unversehrt, die Kerne gut gefärbt. Im Parenchym finden sich keine Veränderungen. Das Endothel ist ohne Besonderheiten.

Die Vorderkammer ist leer.

Die Sklera ist normal.

Iris und Corpus ciliare haben normale Zeichnung.

Die Linsenkapsel ist scharf begrenzt; das Linsenkapselepithel ist vollständig erhalten, die Kerne sind gut gefärbt. Die Zeichnung der Linsenfasern ist klar.

Der Glaskörper ist frei von pathologischen Bestandteilen. Retina, Chorioidea und Nervus opticus sind nicht verändert.

Epikrise: Nach Kurzwellenbestrahlung 30mal 15 Minuten lang besteht ein völlig normaler Befund.

5. Versuchsreihe: Bestrahlungsart: je 60 Sitzungen zu 15 Minuten.

Histologischer Befund (Kaninchen Nr. 27 und Nr. 28): Die Cornea hat in den peripheren Partien normales Aussehen und normale Struktur. In den zentralen Partien finden sich am Epithel,

am Parenchym und am Endothel geringe Veränderungen: das Epithel wird hier durch Lagen von unregelmäßig geformten Zellen gebildet. Die Zellen sind teilweise groß und rund und haben entsprechend großen, schlecht färbbaren Kern mit körnigem Protoplasma. Daneben finden sich, unmittelbar dem Parenchym aufgelagert, kleinere spindelige, ineinander verflochtene Zellen mit flachem Kern. An anderen Stellen ist teilweise der pallisadenartige Aufbau der unteren Epithelschichten noch einigermaßen gewahrt, wobei aber die Zellen statt der regelmäßigen kubischen Form eine ovale Form mit einem langgestreckten Kern haben. Die Trennung in Basalzellenschicht und obere Zell-Lagen läßt sich nicht durchführen, da die äußeren Zellen keine Abflachung erkennen lassen und der Kern senkrecht zur Hornhaut steht. Die Oberfläche ist durch diesen unregelmäßigen Aufbau aufgesplittert und zeigt streckenweise deutliche Abschilferung der obersten Schichten. An einzelnen Stellen sind die obersten Zell-Lagen scheinbar gewuchert, wobei die Zellen keulenförmige Gestalt annehmen. Die Abgrenzung gegenüber dem Parenchym ist vollkommen verwaschen und läßt eine scharfe Trennung zwischen obersten Parenchym- und unteren Epithelschichten nicht zu. Das Parenchym ist in den entsprechenden Teilen deutlich verdickt. Das Gewebe erscheint aufgehellt und aufgequollen, die Lamellen sind auseinandergedrängt. Die sonst spindelförmigen Kerne sind heller und verbreitert, teilweise sind sie nicht färbbar. Das Endothel ist aufgelockert, der Kern ist aufgehellt, teilweise fehlt er gänzlich. An manchen Stellen finden sich Vakuolen in den Zellen. Die Abgrenzung gegen die Descemetsche Membran, deren sonst homogene Färbung verwaschen erscheint, ist unscharf.

Nach beiden Seiten anschließend an diesen stark veränderten Bezirk ist das Epithel höher als an den normalen Stellen. Die Zellen der Basalzellenschicht sind von hoher zylindrischer Form mit langgestrecktem, hell gefärbtem Kern. Darüber breitet sich eine einfache Lage nur wenig gefärbter Zellen mit kurzem, breitem, quer gelagertem Kern. Die Oberfläche ist glatt. An diesen Stellen wird die Begrenzung gegen das wieder normale Parenchym scharf, das Endothel zeigt eine einfache Lage von Plattenepithel.

An den übrigen Augenabschnitten finden sich keine pathologischen Veränderungen.

Epikrise: Nach Bestrahlung der Kaninchenaugen 60mal 15 Minuten lang konnten wir geringe Abweichungen vom normalen Aufbau erkennen:

In den zentralen Partien der Hornhaut ist eine gleichmäßige Schichtung des Hornhautepithels nicht vorhanden. Die Zellen haben ihre Form verändert und weisen verschieden große Kerne auf. Das Epithel ist streckenweise zerstört und abgeschilfert, an anderen Stellen ist es verbreitert. Das Parenchym ist in den entsprechenden Teilen aufgequollen und aufgehellt, die Lamellen auseinandergedrängt. Seine Kerne zeigen Aufhellung und Verbreiterung. Am Endothel finden sich Vakuolen in den Zellen, deren Kerne teils fehlen, teils aufgehellt erscheinen.

Die übrigen Augenabschnitte sind nicht verändert.

3. Zusammenfassung.

Bei der histologischen Untersuchung der mit Kurzwellen behandelten Kaninchenaugen wurde festgestellt, daß tägliche Kurzwellenbestrahlungen 15 Minuten lang bis zu 30 Sitzungen von den Geweben vertragen werden, ohne daß sich pathologische Veränderungen nachweisen lassen.

Werden die Bestrahlungen noch weiter fortgesetzt, in unseren Versuchen bestrahlten wir an 60 Tagen hintereinander, so zeigten sich an der Hornhaut deutliche Veränderungen:

In den zentralen Partien des Hornhautgewebes bestand eine Aufsplitterung der oberflächlichen Epithellagen und streckenweise Abschilferung. Die Zellen, die verschiedene Größe und Form mit entsprechend verändertem Kern zeigten, bildeten unregelmäßige Lagen. Eine Schichtung in Basalzellen und obere Zell-Lagen war nicht vorhanden. Die normalerweise kubisch geformten Zellen der untersten Epithellagen wurden oval mit langgestrecktem Kern. Die äußeren Zellschichten ließen keine Abflachung erkennen und die Kerne stellten sich senkrecht zur Hornhaut. Die Abgrenzung zwischen Epithel und Parenchym erwies sich als vollkommen unscharf, so daß eine Trennung zwischen den untersten Epithellagen und den obersten Parenchymschichten nicht möglich war. In den entsprechenden Teilen war das Parenchym deutlich verdickt und aufgequollen mit verbreiterten und schlecht färbbaren Kernen. Das Endothel erschien ebenfalls aufgelockert, mit verwaschenen Grenzen und Vakuolenbildung.

An der Linse und der Uvea konnten keine Veränderungen festgestellt werden.

Die Beurteilung der großen Ganglienzellen war zunächst schwierig, da einzelne Zellen eine unregelmäßige Vergrößerung aufwiesen und zum Teil aufgehellt erschienen. Um bei der Bewertung dieser geringfügigen Veränderungen, die möglicherweise sogar durch die Untersuchungstechnik bedingt sein konnten, kein falsches Urteil zu fällen, wurden einzelne nach Nissl gefärbte Präparate an Herrn Professor Birch-Hirschfeld — ich möchte ihm an dieser Stelle für sein freundliches Entgegenkommen meinen besten Dank aussprechen — mit der Bitte eingesandt, seine Ansicht über die Präparate zu äußern:

Nach seiner Beurteilung sind die Veränderungen an den großen Ganglienzellen als nicht hochgradig aufzufassen, da die Kernzeichnung meist scharf ist und sich keine größeren Vakuolen finden.

In Bezug auf die Veränderungen an der Hornhaut ist zu bemerken, daß am Epithel selbst normaler, nicht bestrahlter Bulbi Abweichungen von dem regelrechten Aufbau festgestellt werden konnten. An einzelnen dieser Bulbi waren die obersten Zell-Lagen, ja, stellenweise das ganze Epithel abgeschilfert, streckenweise bestanden unregelmäßige Zellschichten. Selbst die Basalzellen zeigten oft eine Aufhellung und eine ovale Form mit langgestrecktem Kern.

Demnach sind wohl nur die auffallenden, stark von der Norm abweichenden Veränderungen als Wirkungen der langdauernden Kurzwellenbestrahlung aufzufassen, die sich am Hornhautgewebe abspielen.

Da sich diese Veränderungen nun bei normaler Dosierung, jedoch länger dauernder Behandlung zeigen, ist wohl anzuraten, die tägliche Bestrahlung mit Kurzwellen mit Vorsicht anzuwenden und bei erforderlicher längerer Behandlung auf genügende zeitliche Unterbrechungen zu achten.

Literaturverzeichnis.

1. Birch-Hirschfeld: Zur Frage der Schädigung des Auges durch Röntgenstrahlen. Strahlentherapie 1921, Bd. 12.
2. Bücklers: Experimentelle und histologische Untersuchungen über den Einfluß von hochkonzentriertem Ultraviolett auf das Kaninchenauge. Graefes Archiv 1929, Bd. 121, S. 73 bis S. 86.
3. Bücklers: Histologische Untersuchungen über die Schädigungen des Auges durch kurzwellige ultrarote Strahlen. Graefes Archiv 1926, Bd. 117, H. 1, S. 1 — 32.
4. Duke-Elder: Histologische Untersuchungen über die Wirkung kurzwelligen Lichtes auf das Auge. Brit. J. Ophth. 1929, Bd. 13, S. 1 — 37.
5. Duke-Elder: Die pathologische Wirkung des Lichtes auf das Auge. III.: Netzhaut. Lancet. 1926, Bd. 211, Nr. 1, S. 16 — 19.
6. Federici, E.: Dauerveränderung der Hornhaut nach Diathermieanwendung. Arch. Ottalm. 1930, Bd. 37, S. 293 bis S. 308.
7. Flaschenträger: Beitrag zur Radium- und Röntgenschädigung des Auges. Kl. M. f. A. 1924, Bd. 72, Mai-Juni-Heft, S. 645 — 648.
8. Giannantoni: Direkte Wirkung des elektrischen Stromes. Ann. Fac. Perugia 34, S. 25 — 44 (1934).
9. Giannantoni: Verletzungen der Netzhaut und des Sehnerven durch Elektrizität. Lett. oftalm. 12, S. 3 — 21 (1935).
10. Glücksmann und Tansly: Einige Wirkungen der γ-Strahlen auf die sich entwickelnde Rattennetzhaut. Brit. J. Ophth. 1936, Bd. 20, S. 497 — 509.
11. Hoffmann und Kunz: Über Wärmeschädigungen des Auges. Graefes Archiv 1934, Bd. 132, S. 155.
12. Hoffmann: Die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Netzhaut. Z. f. A. 1931, Bd. 73, S. 214 — 232.
13. Hoffmann: Die Wirkung des sichtbaren Lichtes, der ultraroten und ultravioletten Strahlen auf das Auge. Zbl. f. A. 1931, Bd. 24, S. 353.
14. Hoffmann: Netzhautveränderungen durch Röntgenstrahlen. Zbl. f. A. 1930, Bd. 23, S. 374.

15. Jacoby: Experimentelle Untersuchungen über Schädigungen des Auges durch Röntgenstrahlen. Strahlentherapie 1924, Bd. 16, H. 3/4, S. 492 — 506.

16. Kokott: Untersuchungen über die Erwärmung des Glaskörpers im Kaninchenauge bei Kurzwellenbestrahlung mit einem Röhrensender. Kl. M. f. A. 1936, Bd. 97, S. 448.

17. Maggiore: Retinaveränderungen durch intensives Licht. Zbl. 21, S. 66.

18. Mauksch: Radiumschädigung des Hornhautepithels. Z. f. A. 1925, Bd. 55, H. 3, S. 189.

19. Merkulow, J.: Über Einwirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf das Auge. Sovet. Vestn. Oftalm. 1936, Bd. 8, S. 836 — 845.

20. Mijahara: Experimentelle Untersuchung über den Einfluß einer einmaligen Bestrahlung mit Buckys Grenzstrahlen auf das gesunde oder verschieden vorbehandelte Kaninchenauge. Acta Soc. ophthalm. jap. 36, S. 564 — 608; dtsch. 43 — 44 (1932).

21. Natanson, Prissachowitsch, Winogorow: Der Einfluß des Lichtbogens bei der elektrischen Schweißung auf das Sehorgan. Sovet. Vestn. Oftalm. 1935, Band 7, S. 220 — 229.

22. Okusawa: Die experimentellen Untersuchungen über die durch Röntgenstrahlen von verschiedener Qualität und Quantität verursachten Veränderungen des Linsenepithels. Acta Soc. ophth. jap. 1935, Bd. 39, S. 2062 — 2080; dtsch. 147 — 148.

23. Okusawa: Die experimentelle Untersuchung über die durch Röntgenstrahlen verursachten Veränderungen des Linsenepithels. Acta Soc. ophth. jap. 37, S. 814 — 835; dtsch. 65 — 66 (1933).

24. Plitas: Über die Veränderungen des Sehorgans unter dem Einfluß der Ultrakurzwellenstrahlen. Annales d'Ocul. 173, S. 110 — 119 (1936).

25. Plitas: Die Veränderungen des Sehorgans unter der Einwirkung ultrakurzer Radiowellen. Sovet. Vestn. Oftalm. 1935, Bd. 7, S. 442 — 447.

26. Politzer und Pauli: Wirkung der Kathodenstrahlen auf die Hornhaut von Salamanderlarven. Wien. klin. Wochenschr. 1929 1., S. 877 — 878.

27. Rohrschneider: Linsenschädigung durch ultraviolette Strahlen im Tierversuch. Graefes Arch. 1936, Band 135, S. 282 — 292.

28. Rohrschneider: Neue Beobachtungen über Röntgenstrahlenschädigung der Augen. Kl. M. f. A. 1936, Bd. 96, S. 261 bis S. 262.

29. Rohrschneider: Schädigungen des Sehorgans bei Röntgen- und Radiumstrahlen. Zbl. Ophthalm. 23, S. 289 (1930); Zbl. Ophth. 22, S. 466 (1930); Graefes Arch. 122, S. 282 u. S. 296.

30. Rohrschneider: Veränderungen der Hornhaut nach Röntgenstrahlen. Graefes Arch. 121, S. 547 (1929).

31. Sabbadini: Röntgenstrahlenschädigungen des menschlichen Auges. Arch. di radiol. 1926, Jg. 2, H. 5, S. 795 — 826.

32. Scardapane: Klinischer und experimenteller Beitrag zur Kenntnis der Augenschädigungen durch X-Strahlen. Clin. Oculist., Univ., Roma. Saggi Oftalm. 4, S. 428 — 467, 1929.

33. Schliephake: Kurzwellentherapie. G. Fischer 1936.

34. Scotti: Veränderungen der Linse durch ultraviolette Strahlen. Ann. Ottalm. 58, S. 963 — 1000; 59, S. 19 — 30 und S. 230 bis 252 (1931).

35. Shindo: Die experimentellen Beiträge über die schädigende Wirkung der kurzwelligen sichtbaren Lichtstrahlen auf die mit Adrenalin vorbehandelte Kaninchennetzhaut. Acta Soc. ophth. jap. 36, S. 333 — 348; dtsch. 25 (1932).

36. Toulant: Wirkung der Ultraviolettstrahlen auf Cornea und Conjunctiva. Bull. méd. 1926, Jg. 40, Nr. 53, S. 1467 — 1470.

37. Tron: Zur Frage über die Wirkung der Radiumemanation auf das Auge. Russkij oftalm. 1928, Bd. 7, Nr. 2, S. 158 — 164.

38. Vogt: Experimentelle und anatomische Untersuchungen über die Schädigung durch ultrarote Strahlen: Netzhaut und Aderhaut. Schweiz. med. Wochenschr. 1926, Jg. 56, Nr. 15, S. 341 — 342.

39. Hausmann: Z. Augenheilkunde 93, S. 213 — 221, 1937.

Lebenslauf.

Ich, Liesel Schleipen, wurde am 23. März 1909 zu Koblenz am Rhein geboren und besitze die Deutsche Staatsangehörigkeit. Mein Abitur habe ich im Februar 1929 an der Staatlichen Hilda-Schule zu Koblenz a. Rh. gemacht. Nach bestandenem Physikum in Marburg im Herbst 1931 und Staatsexamen im Februar 1935 in Freiburg im Breisgau erhielt ich meine Approbation als Arzt im Februar 1936. Ich war danach 2 Jahre an der Universitäts-Augenklinik Frankfurt am Main und 8 Monate auf der inneren Abteilung des evangelischen Stift-Krankenhauses in Koblenz am Rhein tätig. Zur Zeit arbeite ich auf der inneren und neurologischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Nord in Dortmund.

Am Schluß sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Thiel für das Überlassen der Arbeit und für die wertvollen Ratschläge, die er mir während der Durchführung zuteil werden ließ, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.